



Ville-Veikko Räsänen

Mallipohjainen määräseuranta väylärakentamisessa

Mallipohjainen määräseuranta väylärakentamisessa

Ville-Veikko Räsänen
Opinnäytetyö
Kevät 2020
Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-
ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan tutkinto-ohjelma, yhdyskuntatekniikan suunnautumisvaihtoehto

Tekijä: Ville-Veikko Räsänen

Opinnäytetyön nimi suomeksi: Mallipohjainen määrä seuranta väylärakentamisessa

Opinnäytetyön nimi englanniksi: Model-based Volume Tracking in Roadbuilding

Työn ohjaaja(t): Lehtori Jarmo Erho, Mika Jaakkola Destia Oy

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2020

Sivumäärä: 29 + 1 liite

Infrarakentamisessa on siirrytty voimakkaasti digitaaliseen aikaan. Suomi on infrahankeiden mallipohjaisessa rakentamisessa maailman kärkeä. Maarakennusurakoitsijoiden kilpailukyvyyn ja toiminnan tehokkuuden kannalta ovat digitaaliset työkalut merkittävässä roolissa. Tämän vuoksi uusien järjestelmien kehitys ja tehokas hyödyntäminen on tärkeää. Tässä opinnäytetyössä perehdyttiin pilvipalvelussa tapahtuvaan mallipohjaiseen määrä- ja toteumaseurantaan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli toteuttaa Destia Oy:lle käyttöohje Infrakit-pilvipalvelujärjestelmän määrä seurantasovelluksen käyttämiseen. Ohjetta laadittaessa käytännön kokemukset työmaalta olivat merkittävässä roolissa. Työssä pyrittiin myös tuomaan esille mahdollisia ongelmia ja kehitysehdotuksia Infrakitiin sekä mallipohjaiseen määrä- ja toteumaseurantaan.

Opinnäytetyössä saatiin koottua merkittävää tietoa Infrakitistä sekä laadittua määrä- ja toteumaseurannan käyttöohje. Käyttöohjeen avulla aloittelevat käyttäjät saavat riittävän tietotaidon käyttää sovellusta. Sovellus kuitenkin kehittyy koko ajan, joten on hyvä ottaa huomioon, että myös ohjetta täytyy päivittää säännöllisin väliajoin.

Asiasanat: Infrakit, mallintaminen, määrä seuranta

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Civil Engineering, Municipal Engineering

Author: Ville-Veikko Räsänen
Title of thesis: Model-based Volume Tracking in Roadbuilding
Supervisor(s): Lecturer Jarmo Erho, Mika Jaakkola Destia Ltd
Term and year when the thesis was submitted: Spring 2020
Pages: 29 + 1 appendix

Infrastructure construction has advanced a lot during the last years. Digitalization has grown to a significant role on worksites. For this reason, companies must have taken new applications to use. One of them is Infrakit. Infrakit is a cloud service, where you can manage the project.

The aim of this thesis was to create instructions for using model-based volume tracking in Infrakit. The customer of this thesis was Destia Ltd. Destia is one of the biggest construction companies in Finland.

The result of this work was significant information of Infrakit and created instructions for using model-based volume tracking in Infrakit. Through the instructions new foremen can learn to use Infrakit.

Keywords: Infrakit, model-based, volume tracking

ALKULAUSE

Haluan kiittää opinnäytetyöaiheesta ja opastuksesta erityisesti Destian kehityspäällikköä Mika Jaakkolaa sekä Vt4 Kello-Räinänperä -työmaan työmaahenkilöstöä saamistani taustatiedoista kesän 2019 aikana. Lisäksi haluan kiittää työni ohjaajaa lehtori Jarmo Erhoa asiantuntevasta ohjauksesta ja ideoinnista.

Kiitos kuuluu myös lähipiirilleni, joka on tukenut ja kannustanut minua työtä tehdessäni.

Ville-Veikko Räsänen

15.2.2020

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
SANASTO	7
1 JOHDANTO	8
2 MALLIPOHJAINEN INFRARAKENTAMINEN	9
2.1 Yleiset inframallivaatimukset	9
2.2 Hankkeen mallintaminen	10
2.2.1 Lähtötietoaineisto ja lähtötietomalli	11
2.2.2 Yhdistelmä- ja esittelymalli	12
2.2.3 Rakentamisen mallit	14
2.3 Koneohjauksen toiminta	14
2.3.1 Koneohjauksen hyödyt	15
2.3.2 Toteumamittaus koneohjauksella	16
2.4 Mallipohjainen laadunvarmistus	18
3 INFRAKIT-PILVIPALVELUJÄRJESTELMÄ	19
3.1 Käyttötarkoitukset	19
3.2 Toteumapisteet Infrakitissä	20
3.3 Infrakit mobiilipäätteellä	21
4 MÄÄRÄSEURANTA	22
4.1 Periaate	22
4.2 Määrä- ja toteumaseuranta Infrakitissä	22
5 MALLIPOHJAISEN MÄÄRÄSEURANNAN KÄYTTÖOHJE	24
5.1 Käyttöohjeen toteutus	24
5.2 Käyttöohjeen käyttö ja hyödyt	24
6 POHDINTA	26
LÄHTEET	28
LIITTEET	
Liite 1 Mallipohjaisen toteuma- ja määräseurannan luominen Infrakitissä (vain ti- laajan käyttöön)	

SANASTO

BuildingSMART Finland	Suomalainen tietomallintamisen yhteistyöfoorumi
ETRS	Tasokoordinaattijärjestelmä
InfraBIM	BuildingSMART Finlandin toimiala, vastaa Yleisten inframallivaatimusten kehittämisestä
Inframalli	Infra-alalla käytettävä digitaalinen tietomalli
InfraRYL	Infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset
Mittalinja	Infrakitissä käytettävä geometrialinja, joka valitaan käytettävän mallin mukaan
RTK-GNSS	Satelliittipaikannusjärjestelmä, Real-time kinematic Global Navigation Satellite System
Takymetri	Maanmittauksessa satelliittipaikannusta käyttävä mittalaite
Tarkemittaus	Työkoneella mitattava piste valmiista rakenteesta
Toteumamittaus	Takymetrillä mitattava piste valmiista rakenteesta
YIV2019	Yleiset inframallivaatimukset 2019, yleinen ohjeisto tietomallinukseen

1 JOHDANTO

Suomessa työkoneautomaatio on infratyömailla jo arkipäivää. Digitaalinen infra-rakentaminen kehittyy voimakkaasti. Koneohjausjärjestelmiä toimittavia yrityksiä on useita ja yhdellä työmaalla voi olla monen eri yrityksen toimittamia laitteita sekä useita eri tiedostoformaatteja. Tämä on aiheuttanut haasteita työmailla. Eri koneohjausjärjestelmien ja tiedostomuotojen yhteenlinkittämiseksi on kehitetty Infrakit-pilvipalvelujärjestelmä, jonka avulla voidaan reaaliajassa tarkastella ja jakaa ajantasaista tietoa projektiorganisaation sisällä. Infrakit nopeuttaa huomattavasti tiedon liikkumista ja helpottaa työmaan seuranta. Hankkeiden läpimenoajat ovat lyhentyneet sekä kustannukset ja tarvittavien resurssien määrät vähentyneet.

Opinnäytetyön tarkoituksena on esitellä mallipohjaista rakentamista ja Infrakitin käyttömahdollisuuksia työmailla. Lisäksi perehdytään mallipohjaiseen määrä seurantaan Infrakitissä. Määrä- ja toteumaseurannasta luodaan käyttöohje, josta aloittelevat työnjohtajat voivat katsoa mallia luodessaan uusia määrä seuranta taulukoita. Ohje toimii myös kokeneempien työnjohtajien tukena mahdollisissa ongelmatapauksissa.

Infrahankkeissa maamassojen liikuttelu muodostaa merkittävän osan projektien kustannuksista. Koska suurien massamäärien liikuttelu on kallista, on tärkeää, että turhat ylikaisuut vältetään ja määriä seurataan. Tässä onnistutaan tarkalla määrä seurannalla. Määrä seuranta on viime aikoina siirtynyt digitaaliseen seurantaan. Kun työnjohto osaa tehokkaasti käyttää näitä työkaluja, helpottaa se samalla projektin läpivientiä.

Työn tilaaja on Destia Oy. Destia on Suomen suurin infra-alaan keskittynyt palveluyhtiö. Destia suunnittelee, rakentaa ja ylläpitää liikenneväyliä ja ratoja, liikenne- ja teollisuusympäristöjä sekä kokonaisia elinympäristöjä. Laajan osaaminen mahdollistaa suuria ja edistyksellisiä ratkaisuja. (Palvelumme kattavat koko infran elinkaaren. 2019.)

2 MALLIPOHJAINEN INFRARAKENTAMINEN

2.1 Yleiset inframallivaatimukset

Digitaalisessa muodossa olevat tietomallit ovat infrakohteiden kolmiulotteinen kuvaus ominaisuustietoineen. Mallipohjaisesti tuotetut tiedot ja tiedostot mahdollistavat tiedontulkittamisen ihmisen lisäksi erilaisilla tietoteknisillä laitteilla ja ohjelmistoilla, joita käytetään määrälaskennassa, koneohjauslaitteissa sekä mittauslaitteissa työmaalla. Monipuolisten ominaisuuksien ansiosta inframallien eli tietomallien hyödyntäminen erilaisissa suunnittelu- ja rakennusprojekteissa on merkittävän suurta. Hyvien kokemusten pohjalta tietomallipohjaisen mallinnuksen hyödyntäminen on infra-alalla kehittynyt voimakkaasti kymmenessä vuodessa. Suuret hyödyt ovat myös innostaneet monet eri toimijat tekemään yhteistyötä tietomallien kehittämisessä. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. 2017.)

Mallipohjaisen rakentamisen yleistyessä on nähty tarpeelliseksi luoda yleinen ohjeistus mallinnukseen. Tätä varten on kehitetty Yleiset inframallivaatimukset -ohjeisto. Se on rakennustietosäätiön erityispäätoimikunta buildingSMART Finland (bSF) ja sen Infra-toimialaryhmän tekemä julkaisu, jossa esitetään inframallintamisen yleiset ohjeet ja vaatimukset, InfraBIM-nimikkeistö sekä tiedonsiirtoformaattien määrittelyt. Nämä yhdessä muodostavat tiedonhallinnan ”kolmikannan” (kuva 1). Kun nämä kaikki ovat yhteneväisiä keskenään, tiedonhallinta toimii. (Yleiset inframallivaatimukset. 2019.) YIV-ohjeiston avulla kuka tahansa urakoitsija voi helposti siirtyä mallipohjaiseen rakentamiseen.



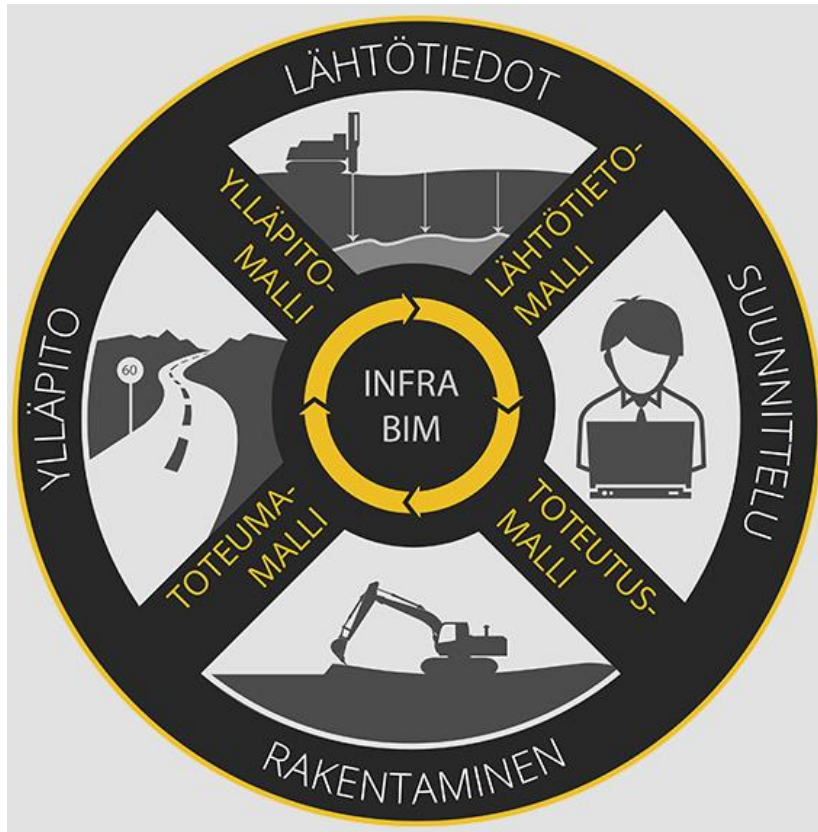
KUVA 1. Tiedonhallinnan ”kolmikanta” (Yleiset inframallivaatimukset. 2019)

2.2 Hankkeen mallintaminen

Mallipohjainen infrahanke koostuu monesta eri vaiheesta (kuva 2). Hanke alkaa aina lähtötietojen keräämisellä, josta se etenee suunnitteluun ja rakentamiseen. Kun rakentaminen saadaan päätökseen alkaa kohteen ylläpito. Kun kyseessä on mallipohjainenhanke, on tärkeää, että tieto siirtyy sujuvasti vaiheesta toiseen. Tästä syystä digitaalinen tieto tallennetaan avoimeen formaattiin. Näin jokaisessa työvaiheessa hyödynnetään tehokkaasti edellisestä vaiheesta saatu tieto, ja samalla jaetaan oma tieto seuraavaan vaiheeseen. (Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. 2015.)

Tietomallinnuksen avulla hankkeiden lähes kaikki vaiheet ovat läpimenoajaltaan nopeutuneet sekä olleet kustannustehokkaampia. Mallinnuksessa keskeinen

asia on elinkaariajattelu. Parempien lähtötietojen ja toimintatapojen johdosta pystytään suunnitteluvirheitä karsimaan pois jo ennen rakentamista. Rakennusvaiheessa toteumadokumentit siirtyvät nopeasti ylläpitoon. Ylläpitovaiheessa mallia voidaan tarvittaessa päivittää kohteen koko elinkaaren ajan. (Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. 2015.)



KUVA 2. Maanrakennusurakan vaiheet: lähtötiedot, suunnittelu, rakentaminen, ylläpito (Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. 2015)

2.2.1 Lähtötietoaineisto ja lähtötietomalli

Lähtötietoaineistoon kerätään hankkeen lähtöaineistoja kohteen nykytilasta kuten maastomalli, maa- ja kallioperätutkimukset, hankkeen rakenteet ja järjestelmät, temaattiset aineistot sekä viiteaineistot. Koska lähtötietoaineisto toimii

pohjana suunnitteluprosessissa, on erityisen tärkeää, että lähtötietoaineisto on tarkka ja luotettava sekä siihen kohdistuneet muokkaustoimenpiteet ovat tiedossa. Myös aineistojen alkuperä- ja metatietojen tulee olla tiedossa. (Yleiset inframallivaatimukset. 2019.)

Lähtötietoaineistosta muodostetaan lähtötietomalli harmonisoimalla eli käsittelemällä se siten, että tiedostomuodot ovat avoimia ja yhdenmukaisia. Lisäksi se viedään nykyaikaiseen koordinaatistoon eli ETRS-tasokoordinaattijärjestelmään. Kun lähtötietomalli on Infrakitissä, voi tilaaja tai suunnittelija tehdä sille YIV-ohjeen mukaisen laadunvarmistuksen. (Infrakit ja lähtötietomallit. 2015.)

Lähtötietoaineiston perusteella luodaan suunnitelmamalli, jolla tarkoitetaan infrarakenteen mallia, joka kattaa suunnittelijoiden suunnitteluratkaisut. Suunnittelumalli jaetaan yleensä esi-, yleis-, väylä- ja rakennussuunnittelumalleihin. Näitä erimalleja hyödynnetään eri suunnitteluvaiheissa. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. 2017.)

2.2.2 Yhdistelmä- ja esittelymalli

Eri tietomalleja yhdistelemällä saadaan muodostettua yhdistelmämalli (kuva 3), jota voidaan käyttää eri tarkoituksiin, kuten törmäystarkasteluihin. Yhdistelmämalliin valitaan kaikki oleellinen tieto, kuten johdot, rakenteet pohjatutkimustiedot ja maanalaiset tilat jne. Lopullisen tiedon määrän määrittää se, mihin käyttötarkoitukseen yhdistelmämallia käytetään. Mallia tehtäessä tulee huomioida osamallien ryhmittely, jotta lopullisen esittelymallin selailu on helppoa sekä eri osamallit voidaan kytkeä päälle ja pois. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. 2017.)



KUVA 3. Yhdistelmämalli (Tie- ja ratakankkeiden inframalliohje. 2017)

Esittelymalli eli havainnollistamismalli (kuva 4) on todellisuutta kuvastava malli. Esittelymalli kuvaa myös hankkeen vaikutusta ympäröiviin rakennettuihin alueisiin sekä luontoon. Se sisältää detaljeja, jotka tekevät siitä visuaalisesti todellisesti työn lopputulosta vastaavan. Esittelymalli sisältää valoja, varjoja, valmiita pintoja, toiminnallisuutta ja informaatiota. Esittelymalli on laajempi kokonaisuus yhdistelmämalliin verrattuna. Kuvat 3 ja 4 ovat yhdistelmä- ja esittelymallit eräästä eritasoliittymästä. Kuvia vertaamalla huomataan näiden mallien erot. (Tie- ja ratakankkeiden inframalliohje. 2017.)



KUVA 4. Esittelymalli (Tie- ja ratakankkeiden inframalliohje. 2017)

2.2.3 Rakentamisen mallit

Rakentamisen malleilla tarkoitetaan työmaalla käytettäviä malleja. Näitä ovat koneohjausmalli ja paikalleenmittausmalli. Koneohjausmallilla tarkoitetaan malleja, joiden mukaan työkoneiden kuljettajat työskentelevät. Toisin sanottuna nämä mallit mahdollistavat koneautomaation hyödyntämisen. Koneohjausmallit muodostuvat eri geometrialinjoista, 3D-taiteviivoista ja niiden kolmioverkkomalleista sekä pistemäisistä aineistoista ja verkostomalleista. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. 2017.)

Paikalleenmittausmalli tarkoittaa mallia, josta selviää tietyn asennettavan laitteen, kuten rumpuputken tai telinerakenteiden tarkka paikka. Paikalleenmittausmalli voidaan mitata ja merkitä maastoon rakentamista varten. (Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. 2017.)

Rakentamisen aikana tuotetaan toteumamalli, joka kuvaa tuotetun infrarakenteen -tai järjestelmän sellaisena kuin se on toteutettu. Eri rakenneosat muodostavat jokainen oman toteumamallin ja kaikki nämä yhdessä muodostavat rakennetun kohteen toteumamallin. (Yleiset inframallivaatimukset. 2019.)

2.3 Koneohjauksen toiminta

Koneohjauksessa työkoneen näyttöruudulta (kuva 5) näkyvät kolmiulotteiset työsuunnitelmat sekä valitun kauhan korko työmaalla. Näin koneohjauksen avulla saadaan tarkasti kaivettua suunniteltuun korkoon. Tämä vähentää työn määrää, koska maastoon merkattavia sihtilappuja tai lasereita ei tarvita. 3D-koneohjauksessa käytetään RTK-GNSS-satelliittipaikannusta. Tukiasema tai verkkokorjauspalvelu muodostaa satelliitin kanssa korjaussignaalin, jonka avulla koneohjauksessa saavutetaan senttimetriluokan tarkkuus. (Mitä on koneohjaus? 2016.)



KUVA 5. Koneohjatun kaivinkoneen näyttöyksikkö (Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. 2015)

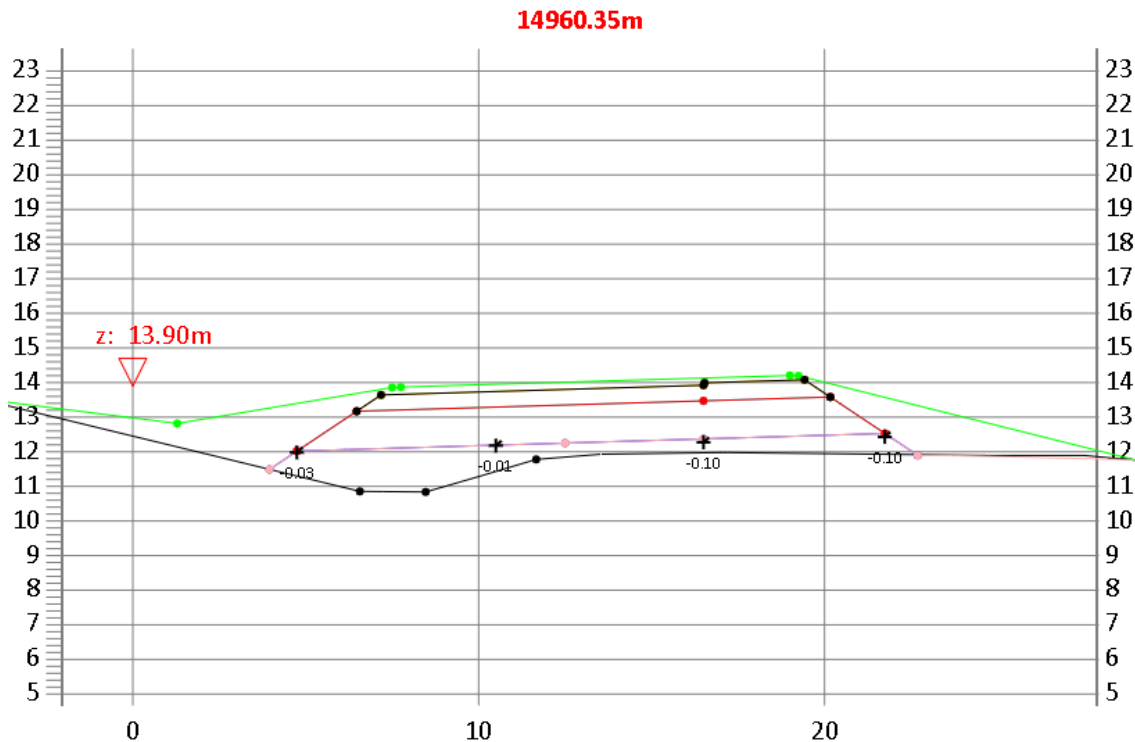
2.3.1 Koneohjauksen hyödyt

Maarakentamisessa suuri osa kustannuksista syntyy massojen liikuttelusta. Välttämällä maamassojen liikuttelua on mahdollista säästää merkittäviä summia. Koneohjausta hyödyntämällä vältetään ylikavut ja -täytöt, kun työ tehdään suunnitellusti mallin mukaan. Lisäksi työ saadaan tehtyä kerralla oikein ja laadukkaasti. Näin ollen koneohjauksella säästetään polttoainekuluissa, mittauskuluissa, työajassa sekä materiaalimenekeissä. (3D-Koneohjaus. 2020.) Nykyään jo moni tilaaja vaatii toteutuksen tarjoajilta koneohjausjärjestelmien käyttöä.

Omiin havaintoihin perustuen koneohjaus tuo hyötyjä myös työturvallisuuteen. Ennen koneohjausjärjestelmiä on työkoneen läheisyydessä joutunut työskentelemään mitta- ja apumiehiä, jotka ovat mitanneet korkoja ja laitteiden paikkoja. Nykyään, kun kuljettaja näkee sijainnit ja korot koneohjausjärjestelmän näytöltä, on koneen läheisyydessä työskentelevien ihmisten määrä vähentynyt. Tämä vaikuttaa suoraan työturvallisuuteen. Lisäksi myös kuljettajan täytyy poistua koneen hytistä aiempaa harvemmin. Näin ollen myös kuljettajan tapaturmariski on laskeutunut.

2.3.2 Toteumamittaus koneohjauksella

Työn aikana koneohjauksella varustetulla työkoneella tehdään toteumamittauksia, joilla valvotaan työn laatua ja etenemistä. Toteumamittauksella tarkoitetaan työkoneella toteutetun rakenteen, varusteen tai taitorakenteen paikkatiedon tai laatutekijän työnaikaista mittausta. Sillä osoitetaan suoritettun työn kelpoisuus suhteessa suunnitelmiin ja laatuvaatimuksiin. Väyläkohteissa tehdään toteumamittauksia vähintään 20 metrin välein. Toteumamittaukset voidaan esittää poikileikkauksessa kerrosrajoissa näkyvinä pisteinä (kuva 6). (Yleiset inframallivaatimukset. 2019.)



KUVA 6. Kuvakaappaus poikkileikkauksesta Infrakitissä (Infrakit. 2019)

Destian työmailla työskenneltäessä huomattiin, että onnistuneiden toteumamittausten perustana on työkonteen kuljettaja huolellisuus toteumapisteitä otettaessa. Koneen kuljettaja huolehtii, että työkonteen mittalaitteet ovat kalibroitu riittävän usein. Kuljettajan velvollisuutena on muistaa ottaa toteumapisteet suunnitellusti. Jos toteumapisteet eivät ole vaadituissa toleransseissa, täytyy pisteet tarkastaa ja mitata uudelleen.

2.4 Mallipohjainen laadunvarmistus

Mallipohjainen rakentaminen on tuonut uusia mahdollisuuksia myös laadunvarmistukseen. Mallipohjaisella laadunvarmistuksella tarkoitetaan toteutettujen rakenteiden ja pintojen yhdenmukaisuutta malliin verrattuna. Näitä valvotaan tärkeä toteumamittauksin, jolloin voidaan seurata työn etenemistä suunnitellusti. Toteumamittauksilla tarkoitetaan työkoneilla otettavia pintojen sijaintitietoja. Jotta työkoneilla otettuja sijaintitietoja voidaan pitää luotettavina, täytyy koneiden mittalaitteiden olla kalibroituna vaadittujen tarkkuuksien mukaisesti (taulukko 1).

TAULUKKO 1. Tie- ja katurakenteiden mittavaatimukset sekä InfraRYL:ssä vaaditut työkonetoimintajärjestelmien tarkkuudet (Yleiset inframallivaatimukset. 2019)

<u>Tie- ja katurakenteet</u>					
<u>Rakenne- kerros</u>	<u>Mittausväli [m]</u>	<u>InfraRYL mittavaatimukset</u>		<u>Työkonejärjestelmältä vaadittava tarkkuus</u>	
		XY [mm]	Z [mm]	XY [mm]	Z [mm]
Kantava kerros	20	-0 ... + 150	+ 20 ... - 20	+ 50 ... - 50	+ 20 ... - 20
Jakava kerros	20	-0 ... + 150	+ 30 ... - 30	+ 100 ... - 100	+ 30 ... - 30
Suodatin kerros	20	-0 ... + 150	+ 40 ... - 40	+ 100 ... - 100	+ 30 ... - 30
Väylärakenteen alapinta	20	-0 ... + 200	+ 0 ... -100 Louhepatjan alla + 0 ... -200	+ 100 ... - 100	+ 30 ... - 30

Tarkemmittaus tarkoittaa työnjohtajan tai mittamiehen tekemää mittausta. Virallisen InfraRYL:n ohjeen mukaan tarkemmittaukset täytyy suorittaa takymetrillä tai muulla yhtä luotettavalla tavalla.

3 INFRAKIT-PILVIPALVELUJÄRJESTELMÄ

3.1 Käyttötarkoitukset

Infrakit on työmaanhallintaan tarkoitettu pilvipalvelu. Kaikki digitaalinen tieto projektin elinkaaren aikana jaetaan reaaliaikaisesti kaikkien projektiin osallistuvien henkilöiden välillä (kuva 7). Näin varmistetaan projektin nopeampi valmistumisaika, parempi laatu ja pienemmät kulut. (Digitalisoimme infrarakentamisen. 2018.)



KUVA 7. Tiedon kulku Infrakitissä (Infrakit-Palvelu. 2020)

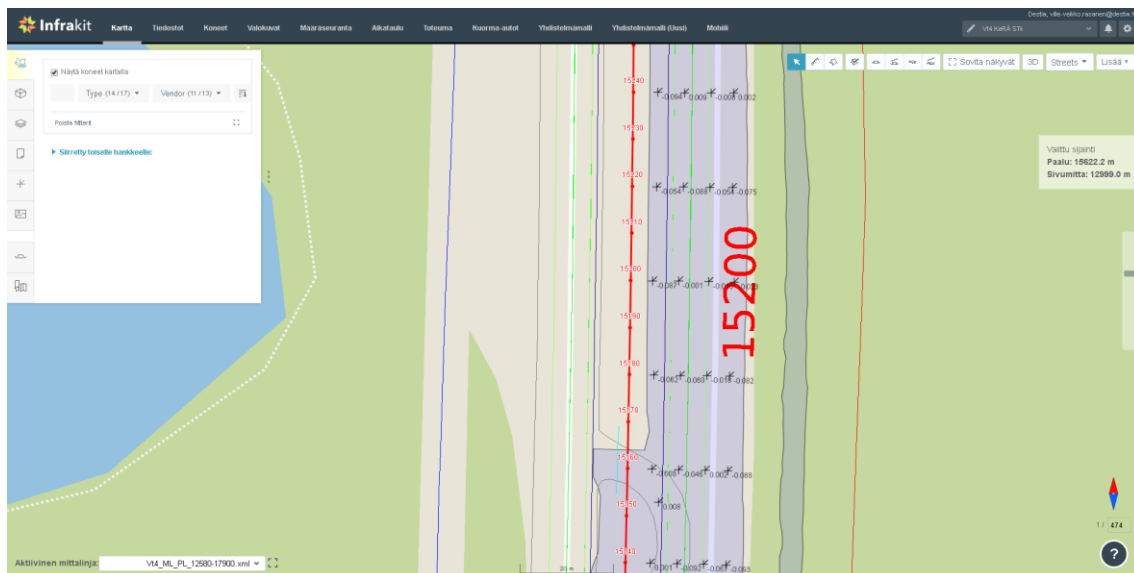
Kevitsan kaivoksella työskenneltäessä huomattiin, että ilman Infrakitiä tiedonsiirto ja -kulku työmaalla oli työläämpää ja hitaampaa. Mittamiehet joutuivat vie-mään mallit muistitikuissa erikseen jokaiseen työkoneeseen sekä hakemaan to-teumatiedot työkoneista. Infrakitin kautta kaikki sähköinen tieto kulkee pilvipalve-lun kautta eikä konkreettista tiedonsiirtoa tarvitse tehdä.

Työnjohdon näkökulmasta Infrakit on nopeuttanut tiedon kulkua työmaalta työn-johtoon. Vt4 Kello-Räinänperä -työmaa oli laaja, jolloin huomattiin Infrakitin hyöty. Kartalta työnjohto näki reaaliajassa, missä koneet olivat sekä mitä mallia ne käyt-tivät. Työnsuunnittelua helpotti nopeasti saatavilla olevat suunnitelmat. Myös ra-kenteiden poikkileikkauksia pystyi tarkastelemaan mittalinjasta sentilleen halua-mastaan kohdasta. Infrakitistä näki myös koneiden teoreettisia työtehoja sekä työajan seurantaa.

3.2 Toteumapisteet Infrakitissä

Vt4 Kello-Räinänperä -hankkeessa hankkeen eri osapuolet pystyivät Infrakitissä tarkastelemaan reaaliajassa koneiden mittaamia toteumatietoja. Toteumapisteet saatiin näkyviin kartalle, joka näytti pisteen sijainnin, korkotiedot ja muita tarvittavia tietoja, kuten mittausajankohdan ja mittajaan. Tämän avulla pystyttiin helposti pitkänkin ajan jälkeen selvittämään, kuka on tehnyt tietyn rakenteen esimerkiksi ongelmatapauksissa tai lisätietoja varten.

Infrakitin kartalla tietomalli on varjostettu sinisellä ja toteumapisteet näkyvät mustina pisteinä (kuva 8). Kartalta voidaan suoraan tarkastella, mitkä pisteet ovat toleransseissa ja mitkä eivät. Infrakit näyttää toleranssin ulkopuolelle jäävät pisteet eri värikoodeilla. Pisteiden sininen väri tarkoittaa, että leikkaus on mennyt liian syvälle. Pisteiden punainen väri tarkoittaa, että leikkaus on jäänyt vajaaksi ja sitä täytyy syventää. Toleranssin ulkopuolella olevat pisteet täytyy käydä tarkistamassa paikan päällä virhemittauksen pois sulkemiseksi. Vt4 Kello-Räinänperä -hankkeella kävi ilmi, että virhemittaus voi tapahtua, jos esimerkiksi kaivinkoneen kauhahuulilevy on irti pinnasta tai painettuna pinnan alapuolelle.



KUVA 8. Infrakitistä otettu kuvakaappaus, jossa näkyvät toteumapisteet. Kuvassa kaikki pisteet toleranssissa (Infrakit. 2020)

3.3 Infrakit mobiilipäätteellä

Infrakitistä on kehitetty tietokoneversiota kevyempi Infrakit FIELD Android App puhelimille ja tableteille. Tästä on erityisesti hyötyä maastokäynneillä, jolloin koko hankkeet tiedot, kuten lähtötiedot, suunnitelmat sekä toteumatiedot kulkevat mukana ja niitä voi tarkastella työmaalla. Mobiililaitteella voi tarkastella esimerkiksi eri työkonoiden sijaintia työmaalla sekä malli, jota koneet käyttävät, suunnitelmia ja niiden poikkileikkauksia, eri rakenteiden ja rakenneosasten sijainteja sekä mitata helposti matkoja ja määriä. GIS-ominaisuuksien avulla mobiililaitte paikantaa itsensä kartalla, jolloin kartalta näkee sijaintinsa työmaalla. Sijaintiin sidottuja dokumentteja, kuten valokuvia voi ottaa ja tallentaa suoraan työmaalta. (Näe infra-hankkeesi eteneminen reaaliajassa ja tee ajantasaista laadunvalvontaa.)

Vt4 Kello-Räinänperä -työmaalla työskenneltäessä havaittiin, että Infrakitin mobiiliversio on kuitenkin tarkoitettu vain työmaakäyttöön ja siitä on karsittu pois raskaammat toiminnot, kuten määrä seuranta. Tällä on varmistettu sovelluksen sujuva toiminta mobiililaitteissa.

4 MÄÄRÄSEURANTA

4.1 Periaate

Työnaikainen määräseuranta tarkoittaa tiettyjen suoritteiden määriä suhteutettuna kulutettuun aikaan ja teoreettisiin massamääriin. (Määräseuranta infra-alalla. 2019.) Määräseurannalla seurataan muun muassa työn kulkua ja tehtävän valmiusastetta sekä tehtävään käytettyjä resursseja. Määräseuranta on työkalu työmaan kustannusten seurannassa. Määräseurannalla seurataan myös suunnitellussa aikataulussa pysymistä. Malleihin ja toteumiin perustuva määräseuranta onnistuu jopa ilman työmaakäyntejä. (Erho 2020.)

Määräseurantaa infrahankkeissa on erittäin tärkeää. Hankkeesta riippuen massoihin liittyvät kustannukset voivat olla jopa 50 % hankkeen kokonaiskustannuksista. Päivittäisellä määräseurannalla varmistetaan suunnitellussa aikataulussa ja budjetissa pysyminen. Toteutuneita massamääriä verrataan tarjouslaskennassa suunniteltuihin massamääriin ja näin työmaalla voidaan nopeasti reagoida poikkeamiin massamäärissä. Määräseurannan pohjalta voidaan tehdä myös hankkeen tulosennusteita kesken hankkeen. (Erho 2020.)

Perinteisesti määräseurantaa on tehty käsin laskemalla suunnitelmista teoreettiset massamäärät. Toteutunutta massojen siirtoa on seurattu kuormalapuilla sekä työmaalla tehtävillä silmämääräisillä havainnoilla, kuten paalulukemia seuraamalla. Määräseuranta perinteisillä menetelmillä on ollut työläs ja vaatinut paljon resursseja työnjohdolta sekä mittamiehiltä. (Erho 2020.)

4.2 Määrä- ja toteumaseuranta Infrakitissä

Määräseurantaa on Infrakitissä kehitetty yhdessä yhteistyökumppaneiden kanssa. Destian työmailla todettiin, että määräseuranta Infrakitissä perustuu täysin työkoneautomaatioon sekä 3D-malleihin. Määräseurantaa varten on sovelluksen selainversiossa oma Määräseuranta-välilehti. Infrakit laskee määriä työkoineilla työmaalta otettujen toteumapisteiden perusteella. Teoreettiset massamäärät Infrakit laskee sille annetuista toteutusmalleista.

Mallipohjainen määräseuranta Infrakitissä ei kuitenkaan toimi itsestään. Se vaatii toimiakseen monia työvaiheita, jotka on tehtävä oikein. Ensimmäisenä rakennusmallien täytyy olla Infrakitissä sekä työkoneissa oikein ja tarkistettuina. Jos mallissa on virheitä, laskee Infrakit määrät väärin ja seurannan tulokset vääristyvät. Tärkein osa on työkoneiden kuljettajien perehdytys ja heidän ottamat toteumapisteet. Seuranta toimii kuljettajien ottamien pisteiden perusteella.

Vaikka Infrakitiin voi jälkeenpäin merkata tietyn osan tehdyksi, huomattiin Destian työmailla, että on luotettavuuden kannalta tärkeää, että kuljettajat muistavat ottaa toteumapisteet työn edetessä. Kuljettajia onkin hyvä muistuttaa aika ajoin toteumapisteistä. Osassa mittalaitteissa kuljettajalla täytyy lisäksi muistaa lähettää toteumapisteet Infrakitiin. Myös määrä- ja toteumaseurantataulukot täytyy olla luotuna oikein ja käyttäjän perehtynyt sovellukseen, jotta ohjelma osaa seurata oikeaa mallia ja mittalinjaa.

5 MALLIPOHJAISEN MÄÄRÄSEURANNAN KÄYTTÖOHJE

5.1 Käyttöohjeen toteutus

Opinnäytetyön tavoitteena oli laatia tiivis ja helppokäyttöinen käyttöohje Infrakitin määräseurantasovelluksen käyttämiseen. Työn alussa kerättiin tietoa Infrakitin määräseurantasovelluksen käytöstä ja vaatimuksista. Tämän jälkeen listattiin pääkohdat, joihin ohjeessa pureuduttiin tarkemmin. Kun sisältö alkoi olla koossa, mietittiin ohjeen muotoa yhdessä kehityspäällikön kanssa. Erikoisimpina ideoina olivat videot ja jopa VR-laseilla katsottava käyttöohje.

Lopulta kuitenkin päädyttiin toteuttamaan ohje Microsoftin PowerPoint-sovelluksella. PowerPointin etuna oli muihin nähden helppokäyttöisyys sekä se, että ohjetta voi katsoa lähes millä tahansa laitteella eikä se vaadi erillistä tekniikkaa, kuten VR-laseja. PowerPointin etuna olivat lisäksi diat, joihin voitiin liittää kuvia, tekstiä, videoita ja animaatioita, joilla saatiin ohjeesta mielenkiintoinen ja helposti luettava. Kun alusta oli päätetty, koottiin sinne tarvittavat tekstit ja näyttökuvat.

Käyttöohjetta tehtäessä hyödynnettiin kokeneempien työnjohtajien ja kehityspäällikön kokemuksia sekä omia havaintoja. Näiden tietojen pohjalta käyttöohjeeseen saatiin kerättyä ohjelman käyttöön liittyvät oleelliset tiedot siten, että se saatiin pidettyä tarpeeksi lyhyenä ja mielenkiintoisena. Käyttöohjeen rakenne koostui dioista, joissa käytiin läpi seurantataulukoiden luominen vaihe vaiheelta. Käyttöohjeessa seurantataulukot nimettiin ja niille luotiin kansiorakenne. Tämän jälkeen valittiin seurattavaksi halutut toteutusmallit. Kun seurantataulukko oli luotu, päästiin hyödyntämään Infrakitin antamaa tietoa, eli määrä- ja toteumaseurantaa.

5.2 Käyttöohjeen käyttö ja hyödyt

Käyttöohjetta tehtäessä oletettiin, että käyttäjällä on riittävä tietotaito Infrakitin käyttöön ja ymmärrystä mallipohjaisesta infrarakentamisesta. Käyttöohje liitettiin yrityksen sisäiseen laajempaan käyttöohjeeseen Infrakitistä.

Ohje säästää aikaa määräseurantaan perehdyttämiseltä. Olisi myös erittäin aikaa vievää, jos jokainen työnjohtaja opettelisi käytön itsenäisesti. Käyttöohje toimii tukena luotaessa uusia seurantataulukoita. Ohjeesta voi seurata vaihe vaiheelta, miten sovellus toimii, ja samalla täyttää vaadittavat tiedot Infrakitiin. Ohjetta voivat käyttää niin kokemattomat kuin kokeneetkin työnjohtajat.

6 POHDINTA

Työn tavoitteena oli luoda työnjohtajille yksinkertainen ja helposti omaksuttava käyttöohje Infrakitin määräseurantasovelluksen käytöstä. Mallipohjaista määrää ja toteumaseurantaa ollaan ottamassa käyttöön kaikilla Destian työmailla, joten kaikilla työnjohtajilla tulisi olla käsitystä määräseurannan käytöstä.

Työskentelyssä hankalinta oli saada ohjeeseen käytön kannalta tärkeimmät asiat. Kattavan oman kokemuksen pohjalta sekä työnohjaajien avulla työ oli kuitenkin suhteellisen helppoa ja tekstiä saatiin tuotettua sopivasti. Näyttökuvien ja selityksien avulla työssä onnistuttiin hyvin ja käyttöohje saatiin tekijän ja tilaajan mielestä pidettyä mielenkiintoisena sekä sopivan pituisena. Työ kävi säännöllisin väliajoin tarkastettavana tilaajalla, jonka kanssa virheet ja puutteet käytiin läpi. Työstä tehtiin tarkoituksella tiivis. Muutoin vaarana oli se, että lukija ei jaksaisi käydä ohjetta tarkasti loppuun.

Työtä tehdessä mieleen tuli muutamia kehitysehdotuksia. Nykyään kaikki laatu- ja turvallisuusdokumentit, kuten MVR-mittaukset, työmaapäiväkirjat, kokouspöytäkirjat ja työkoneiden ja laitteiden tarkastuskaavakkeet, kulkevat vielä sähköpostilla tilaajan ja urakoitsijan välillä, pois lukien valokuvat. Myös muita pilvipalvelujärjestelmiä on käytössä. Infrakitiin voisi kehittää ominaisuuden, jossa voisi jakaa edellä mainittuja dokumentteja projektiorganisaation välillä. Tämä vähentäisi ylimääräisiä sähköposteja eikä tarvitsisi käyttää monia eri pilvipalvelujärjestelmiä.

Infrakitin sovellusta olisi voinut käyttää myös kuorma-autojen kuormien seurantaan. Siihen käyttöohjeen laatiminen rajattiin kuitenkin pois työstä, jotta työstä ei tullut liian laaja. Kuorma-autojen kuormanseurannasta voisikin laatia ohjeet erillisessä opinnäytetyössä.

LÄHTEET

3D-Koneohjaus. 2020. 3D-Koppi Oy. Saatavissa: <https://www.3dkoppi.fi/3d-koneohjaus/>. Hakupäivä 18.2.2020.

Digitalisoimme infrarakentamisen. 2018. Infrakit. Saatavissa: <http://infrakit.com/fi/>. Hakupäivä 5.11.2019.

Erho, Jarmo. 2020. Lehtori, Oulun ammattikorkeakoulu. Suullinen tiedonanto.

Infrakit-palvelu. 2020. 3D-Koppi Oy. Saatavissa: <https://www.3dkoppi.fi/infrakit-palvelu/>. Hakupäivä 18.2.2020.

Kivimäki, Teemu 2015. Infrakit ja lähtötietomallit. Saatavissa: <https://infrakit.com/fi/infrakit-ja-lahtotietomallit/>. Hakupäivä 3.2.2020.

Könönen, Vesa 2019. Määräseuranta infra-alalla. Diplomityö. Lappeenranta-Lahden teknillinen yliopisto. Tuotantotalouden koulutusohjelma. Saatavissa: https://lutpub.lut.fi/bitstream/handle/10024/158985/Diplomity%C3%B6_Kononen_Vesa.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Hakupäivä 3.2.2020.

Mitä on koneohjaus? 2016. Verkkodokumentti. Novatron Oy. Saatavissa: <http://novatron.fi/mita-on-koneohjaus/>. Hakupäivä 5.11.2019.

Näe infrahankkeesi eteneminen reaaliajassa ja tee ajantasaista laadunvalvontaa. Infrakit Oy. Yrityksen sisäisessä jakelussa.

Palvelumme kattavat koko infran elinkaaren. 2019. Destia. Saatavissa: <https://www.destia.fi/>. Hakupäivä 5.11.2019.

Teollisesta vallankumouksesta tietomallinnukseen. 2015. Novatron Oy. Saatavissa: <https://novatron.fi/teollisesta-vallankumouksesta-tietomallinnukseen/>. Hakupäivä 1.2.2020.

Tie- ja ratahankkeiden inframalliohje. 2017. Liikenneviraston ohjeita 12/2017. Liikennevirasto. Saatavissa: https://julkaisut.vayla.fi/pdf8/lo_2017-12_tie_ratahankkeiden_web.pdf. Hakupäivä 5.11.2019.

Yleiset inframallivaatimukset. 2019. Building SMART Finland, Infra-toimialaryhmä. Saatavissa: https://buildingsmart.fi/wp-content/uploads/2019/06/YIV-Yleiset-inframallivaatimukset-2019_1.pdf. Hakupäivä 8.1.2019.